

**CROISSANCE ET REPRODUCTION
D'ARTEMIA SALINA EN PRÉSENCE
DE PRODUITS DE FISSION ***

Par CLAUDE HALLOPEAU

L'utilisation de l'océan comme réceptacle de déchets radioactifs et les dangers qui peuvent en découler suscitent de nombreuses recherches ; cependant, nous n'avons encore que peu d'informations concernant l'action des effluents radioactifs sur les organismes marins. *Artemia salina* est un animal de laboratoire présentant de nombreux avantages qui l'ont fait largement utiliser comme animal de bioessai. Sa sensibilité vis-à-vis des rayonnements ionisants a été très étudiée. D'autre part, GROSCH (1962, 1966) a mis en évidence l'action du P-32 et du Zn-65 sur la survie de cultures d'*Artemia salina* suivies durant huit ans. Nous avons entrepris de rechercher sur *Artemia salina* (race San Francisco) l'effet éventuel de contaminants tels que ceux qui peuvent être rejetés par l'industrie atomique. On a utilisé d'une part un mélange de produits de fission, et d'autre part le Cs-137, en raison de son importance dans les déchets et du rôle important qu'il peut jouer dans les systèmes biologiques.

Matériel et méthodes

Les premières générations d'*Artemia salina* ont été obtenues à partir d'œufs séchés du commerce, de la race californienne amphigonique diploïde. 24 heures après la première éclosion, les nauplii sont prélevés et introduits en nombre égal dans des erlenmeyers de 250 ml contenant 150 ml d'eau de mer. Le nombre initial des nauplii n'excède pas 50. La verrerie est stérilisée, l'eau de mer est filtrée sur verre fritté et autoclavée. Les élevages sont réalisés dans des conditions de température, salinité et éclairage identique ($t^{\circ} = 25^{\circ}\text{C}$, $S \text{ ‰} = 35 \text{ ‰}$, photopériode de 9 h), sans apport d'oxygène supplémentaire. Le cycle biologique d'*Artemia salina* jusqu'à la maturité sexuelle s'effectue en 15 à 28 jours. Au cours du développement de la larve, on distingue une succession de stades que l'on a déterminés en adoptant la nomenclature de L. PROVASOLI et K. SHIRAIISHI (1959). Les milieux d'élevage sont renouvelés chaque semaine ; on note alors le nombre des individus et leur stade. A l'apparition du stade « young », on prélève quelques jeunes couples que l'on élève séparément dans des tubes contenant 10 ml d'eau de mer. *Artemia* se reproduit soit par viviparité, soit par oviparité, pouvant donner naissance à la fois à des œufs durables et à des nauplii. Les pontes se produisent à des intervalles réguliers de trois à six jours. Chaque semaine, à l'occasion du renouvellement des milieux d'élevage, on prélève les

* Cette étude a été réalisée sous contrat CEA n^o 8009 r.

nauplii et œufs pondus par les femelles. Les œufs durables recueillis dans de l'eau de mer sont lavés, séchés et conservés, et certaines des pontes sont mises à éclore. La croissance des larves a été étudiée avec des lots de 20 à 200 individus et la reproduction avec des lots de trois à neuf couples. On a totalisé le nombre de descendants de chaque couple après une période de trois à sept semaines, et les moyennes correspondant aux différents lots ont été comparées statistiquement. L'importance de la descendance obtenue pour chacun des lots était de 1 000 à 2 000 nauplii et œufs.

Les produits radioactifs utilisés ont été d'une part du Césium-137, introduit sous forme de sulfate à une concentration de 40 μ Ci/L, et d'autre part un mélange de produits de fission provenant des réacteurs de Mareoule et dont la composition était la suivante : ^{90}Sr - ^{90}Y 34,5 %, ^{147}Pm 24,6 %, ^{137}Cs - ^{137}Ba 24,7 %, ^{144}Ce - ^{144}Pr 12,6 %, ^{106}Ru - ^{106}Rh 3,5 %, ^{125}Sb 0,15 % ; ce mélange a été utilisé à une concentration de 2 μ Ci/L. Les *Artemia* témoins et contaminés sont nourris quotidiennement avec une même culture d'algues, *Dunaliella* sp., non radioactive. Ceci entraîne, en fin de semaine, une diminution du taux de contamination d'environ 43 %. Chaque semaine, les milieux sont renouvelés et les produits radioactifs introduits à des concentrations égales aux concentrations initiales. Pour un des élevages de première génération (Cs-137, 40 μ Ci/L), on a utilisé un aliment inerte, du biscuit pour rat finement pulvérisé (aliment U. A. R.). La décroissance radioactive étant très faible, le taux de contamination dans ce cas est resté sensiblement constant.

Résultats et discussion

On a mis en évidence l'influence du régime alimentaire sur le taux de croissance d'*Artemia* (MASON, D. T., 1963 ; REEVE, M. R., 1963) et sur l'importance quantitative des pontes (BOWEN, S. T., 1962). De nombreux facteurs peuvent intervenir sur la fréquence et le taux des pontes, et il est particulièrement important de ne comparer que des élevages réalisés parallèlement et soumis aux mêmes facteurs extérieurs. Durant trois mois, nous avons suivi une première génération d'*Artemia*, nourrie soit avec de l'aliment U. A. R. soit avec une culture de *Dunaliella* sp. L'aliment U. A. R. peut entraîner un développement important de bactéries dans le milieu, créant des conditions peu favorables à la survie des *Artemia*. Par contre, nourris avec *Dunaliella*, les *Artemia* ont une croissance plus rapide et le taux de mortalité est inférieur. On constate aussi que le rapport des sexes $\frac{\sigma}{\varphi}$ est différent suivant les conditions d'élevage ; habituellement en faveur des femelles, il tend à favoriser les mâles lorsque les conditions sont défavorables (tabl. 1). Dans ces deux cas, la contamination radioactive due au Cs-137 à la concentration de 40 μ Ci/L n'entraîne pas de différence de mortalité par rapport aux témoins (fig. 1) ; la vitesse de développement des larves est comparable (fig. 2) et les rapports des sexes très voisins (tabl. 1). Les autres élevages n'ont été suivis que jusqu'à l'apparition du stade adulte. Les élevages de première, deuxième et troisième générations, contaminés par un mélange de produits de fission (2 μ Ci/L) ou par du Cs-137 (40 μ Ci/L) ont présenté un développement tout à fait normal et le pourcentage des individus atteignant le stade adulte n'est pas influencé par la contamination radioactive (tabl. 1). Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre l'importance

Tableau 1. — Pourcentage d'animaux ayant atteint le stade adulte

Élevage A	1 ^{re} Génération			2 ^e Génération		
	n.* ind.	% ad.*	$\frac{\sigma}{\phi}$	n. ind.	% ad.	$\frac{\sigma}{\phi}$
Témoins	200	68 %	1,35	24	83,3 %	1,22
Cs-137 40 μ Ci/L.	200	64 %	1,22	24	79,1 %	1,11

Élevage B	1 ^{re} Génération			2 ^e Génération			3 ^e Génération		
	n. ind.	% ad.	$0, \frac{\sigma}{\phi} 6$	n. ind.	% ad.	$\frac{\sigma}{\phi}$	n. ind.	% ad.	$0, \frac{\sigma}{\phi} 50$
Témoins	200	93 %	0,76	20	95 %	1,11	35	76 %	0,50
Cs-137 40 μ Ci/L.	200	90 %	0,77	60	95 %	0,91	35	91 %	0,60
Témoins	50	92 %	0,90				50	90 %	0,61
PF** 2 μ Ci/L.	50	98 %	0,78				49	87,7 %	0,65

* Nombre d'individus, % d'adultes.
 ** Mélange de produits de fission.

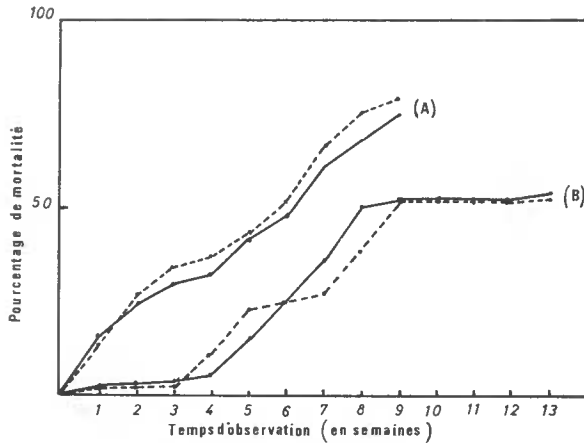


FIG. 1. — Courbe de mortalité d'élevages de 1^{re} génération.
 Élevage (A), aliment U.A.R., 200 individus ; élevage (B), *Dunaliella*, 150 individus.
 Témoins — ; Cs-137 (40 μ Ci/L.) ---.

numérique des pontes des animaux témoins et celles des animaux contaminés, pour une durée d'exposition aux milieux radioactifs de 120 jours, compte tenu du développement de trois générations successives (tabl. 2 ; fig. 3). Les éléments radioactifs, aux concentrations employées, n'ont pas eu d'effet défavorable sur la fécondité d'*Artemia*. L'importance numérique des pontes d'*Artemia* de

Tableau 2. — Effectif moyen de ponte obtenu pour une femelle au cours d'un temps d'observation donné (3 à 7 semaines)

	1 ^{re} Génération				2 ^e Génération				3 ^e Génération			
	n.* ♀	n.* sem	n.* œufs et nauplii	t*	n. ♀	n. sem	n. œufs et nauplii	t	n. ♀	n. sem	n. œufs et nauplii	t
Témoins	5	7	430,0 ± 68,1	0,06	9	5	325,3 ± 19,2	0,45	3	3	415,3 ± 59,5	0,91
Cs-137 40 µCi/L.	5	7	435,2 ± 73,5		8	5	347,7 ± 52,0		3	3	381,3 ± 100	
Témoins	5	7	430,0 ± 68,1	1,54	5	7	520,8 ± 45,1	0,52	9	3	149,4 ± 14,6	1,74
PF**2 µCi/L.	5	7	595,0 ± 83,4		5	7	543,6 ± 19,3		8	3	198,7 ± 22,0	

* Nombre de femelles, nombre de semaines, nombre d'œufs et de nauplii, t de STUDENT.
 ** Mélange de produits de fission.

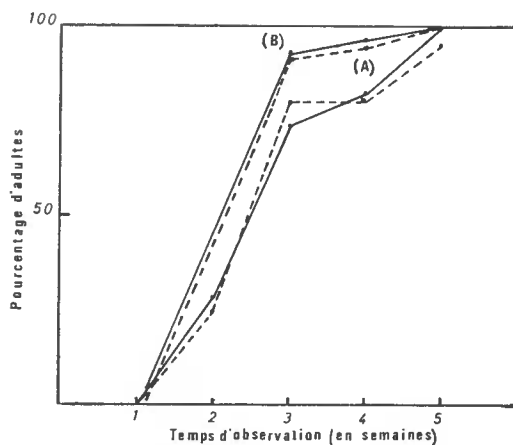


FIG. 2. — Vitesse de développement d'élevages de 1^{re} génération.
 Témoins — ; Cs-137 (40 µCi/L)---.

première et troisième génération élevés en présence d'un mélange de produits de fission (2 µCi/L) est légèrement supérieure, mais ne diffère pas significativement de celle des témoins (t = 1,54 et 1,74). Ces résultats peuvent cependant être rapprochés de ceux obtenus par G. D. LEBEDEVVA et S. G. SINEVID (1958), qui constatent une augmentation de la descendance de *Daphnia magna* en présence de Sr-90 à des concentrations de 3,4.10⁻¹⁰ à 3,4.10⁻⁶ Ci/L.

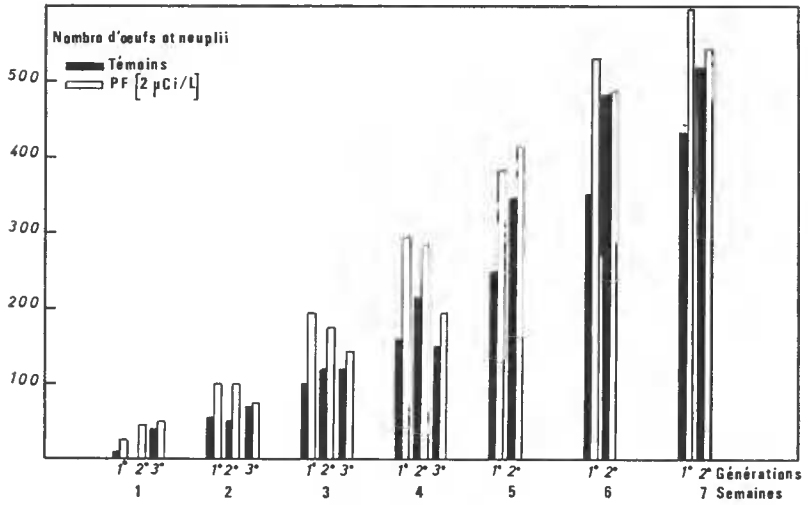
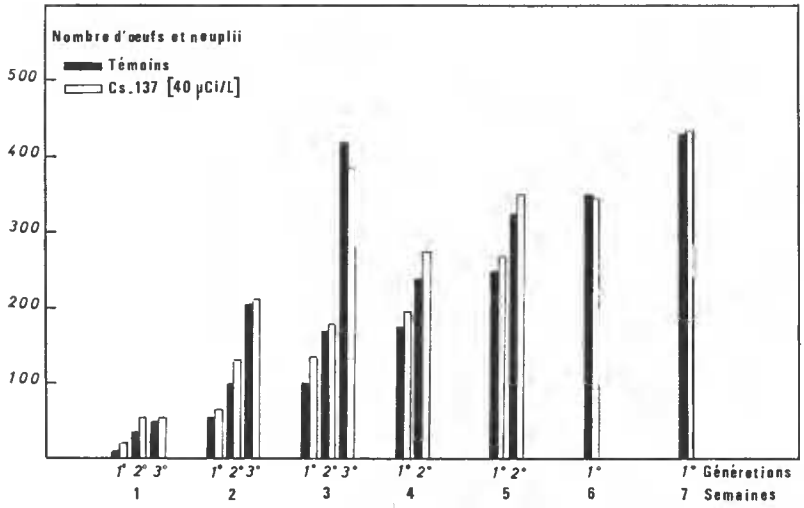


FIG. 3. — Comparaison entre les moyennes des effectifs de pontes obtenues pour des ♀ de trois générations successives d'*Artemia salina* en milieu témoin et radioactif (Cs-137, 40 µCi/L; mélange de produits de fission PF, 2 µCi/L), effectifs cumulés pendant une période de 1 à 7 semaines.

Résumé

On a étudié le développement des larves et la fécondité de trois générations d'*Artemia salina* élevés en présence d'éléments radioactifs (mélange de produits de fission $2 \mu\text{Ci/L}$, Cs-137 ($40 \mu\text{Ci/L}$) durant une période de 120 jours. La descendance obtenue pour chaque couple a été totalisée après une période de 3 à 7 semaines et les moyennes de chaque lot (3 à 9 couples/lot) ont été comparées statistiquement (fig. 3, tabl. 2). Aux concentrations employées et dans nos conditions d'expérimentation, l'effluent radioactif ($2 \mu\text{Ci/L}$) et le Cs-137 ($40 \mu\text{Ci/L}$) n'ont pas eu d'effet défavorable sur le développement et la fécondité d'*Artemia salina*.

Laboratoires de Physiologie du Muséum
et de Physiologie des Êtres marins
de l'Institut Océanographique

BIBLIOGRAPHIE

- BOWEN, S. T., 1962. — The genetics of *Artemia salina*. I. The reproductive cycle. *Biol. Bull.*, **122**, n° 1, pp. 25-32.
- GROSCHE, D. S., 1962. — The survival of *Artemia* in radioactive sea-water. *Biol. Bull.*, **123**, n° 2, pp. 302-315.
- 1966. — The reproductive cycle of *Artemia* subjected to successive contaminations with radiophosphorus. *Ibid.*, **131**, n° 2, p. 261.
- LEBEDEVA, G. D., et S. G. SINEVID, 1958. — Action du Sr radioactif sur la survie et la reproduction chez *Daphnia magna*. *Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*, **122**, n° 4, pp. 586-588. (En russe).
- MASON, D. T., 1963. — The growth response of *Artemia salina* to various feeding regimes. *Crustaceana*, **5**, n° 2, pp. 138-150.
- PROVASOLI, L., et K. SHIRAIISHI, 1959. — Axenic cultivation of the brine shrimp *Artemia salina*. *Biol. Bull.*, **117**, n° 2, pp. 347-355.
- REEVE, M. R., 1963. — Growth efficiency in *Artemia salina* under laboratory conditions. *Biol. Bull.*, **125**, n° 1, pp. 133-145.